



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 198 44 179 B4 2004.08.19

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 198 44 179.7  
(22) Anmeldetag: 28.09.1998  
(43) Offenlegungstag: 30.03.2000  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 19.08.2004

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: G05D 21/00  
C02F 1/76, C02F 1/72

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
USF Wallace & Tiernan GmbH, 89312 Günzburg,  
DE

(74) Vertreter:  
Berkenfeld, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 50735 Köln

(72) Erfinder:  
Führer, Günter, 89312 Günzburg, DE; Probst,  
Werner, 89312 Günzburg, DE; Roeske, Wolfgang,  
89312 Günzburg, DE; Krumpholz, Werner, 89312  
Günzburg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 27 52 538 A1  
DE 24 27 526 A1  
DE-OS 19 37 777  
DE-OS 15 98 909  
DE 297 15 378 U1  
DE 692 17 746 T2  
FR 25 95 837 A1  
US 51 54 906 A  
EP 8 99 642 A1

(54) Bezeichnung: Verfahren zum Einstellen der Zugabe von Desinfektionsmittel zu Wasser

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Einstellen der Zugabe  
von Desinfektionsmittel, insbesondere Chlor und Chlorver-  
bindungen, zu insbesondere Schwimm- und Badebecken-  
wasser mit Messen

a) der Menge des im Wasser enthaltenen freien Chlors,  
b) der Redox-Spannung,  
c) des pH-Wertes,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Menge des im Wasser  
enthaltenen freien Chlors und die Redox-Spannung beide  
gleichzeitig gemessen werden und daß die Menge der Zu-  
gabe von Desinfektionsmittel nach Maßgabe der Re-  
dox-Spannung und innerhalb eines von der Messung der  
Menge des freien Chlors abhängigen Bereiches mittels ei-  
ner mitlernenden Fuzzylogik ermittelt wird.

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen der Zugabe von Desinfektionsmittel, insbesondere Chlor und Chlorverbindungen, zu insbesondere Schwimm- und Badebeckenwasser mit Messen

- a) der Menge des im Wasser enthaltenen freien Chlors,
- b) der Redox-Spannung,
- c) des pH-Wertes.

[0002] Die Desinfektion von Schwimm- und Badebeckenwasser, von Trink-, Betriebs-, Kühl- und Abwasser erfolgt heute fast ausschließlich mit Chlor, Chlorverbindungen wie Natriumhypochlorit, Calciumhypochlorit und Chlordioxid. Für die Oxidation und Desinfektion kann außerdem Ozon eingesetzt werden. Wegen seiner hohen Toxizität muß es jedoch, bevor es zum Verbraucher oder in das Schwimmbecken gelangt, aus dem behandelten Wasser wieder entfernt werden.

## Stand der Technik

[0003] Die Trinkwasserverordnung schreibt für desinfiziertes Trinkwasser und Wasser für Lebensmittelbetriebe Grenz- und Höchstwerte für Chlor, und Chlordioxid vor. Für Schwimm- und Badebeckenwasser sind in der neugefaßten DIN 19643 vom April 1997 untere und obere Werte für freies und gebundenes Chlor, für die Redoxspannung und für den pH-Wert festgelegt worden. Diese Meßgrößen werden als Hygiene-Hilfsparameter bezeichnet. Sie eignen sich für die Beurteilung des hygienischen Zustandes eines Schwimm- und Badebeckenwassers, ohne daß eine mikrobiologische Untersuchung des Beckenwassers notwendig ist.

[0004] In fast allen deutschen und europäischen Schwimmbädern werden die kontinuierlich gemessenen und aufgezeichneten Werte der Hygiene-Hilfsparameter zur Beurteilung des hygienischen Zustandes des Wassers herangezogen. Dies gilt sowohl für die Betreiber von Schwimmbädern als auch für die Aufsichtsbehörden (Gesundheitsamt, Amtsarzt). Zusätzlich wird das Wasser auch mikrobiologisch untersucht. Die mikrobiologischen Ergebnisse waren bei der Wasseruntersuchung vorrangig. Die mikrobiologischen Untersuchungen geben aber stets nur ein Bild des zur Zeit der Probenahme herrschenden Betriebszustandes. Die Ergebnisse der Untersuchung liegen bestenfalls nach zwei bis drei Tagen, im allgemeinen aber erst nach einer Woche vor. Dies ist ein großer Nachteil für die hygienische Beurteilung von Wasser (Trink-, Schwimmbecken-, Prozeß- oder Abwasser).

[0005] Der mikrobiologische Zustand eines Wassers kann sich innerhalb von Stunden oder Tagen ändern. Daher empfiehlt es sich, die kontinuierlich aufgezeichneten Werte der Hygiene-Hilfsparameter für die Aussage, ob ein Wasser hygienisch einwandfrei

ist oder nicht, heranzuziehen.

[0006] Bei der Überwachung von Schwimm- und Badebeckenwasser ist die kontinuierliche Messung und Regelung der Hygiene-Hilfsparameter freies Chlor, Redox-Spannung und pH-Wert seit vielen Jahren vorgeschrieben. Die DIN 19643 (Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser) schreibt die Messung und Regelung der Hygiene-Hilfsparameter seit 1984 vor. Die Ergebnisse aus der Praxis haben gezeigt, daß bei Einhaltung der vorgegebenen Richtwerte der Hygiene-Hilfsparameter in allen Fällen stets ein hygienisch einwandfreies Schwimmbeckenwasser erzielt wird. Im Trinkwasserbereich wird nur die Einhaltung von Grenzwerten von freiem Chlor und Chlordioxid bei der Desinfektion gefordert.

[0007] Die Messung der Redox-Spannung mit all ihren Vorteilen für die Beurteilung einer sicheren Desinfektion ist bisher nach der Trinkwasserverordnung keine Vorschrift. Trotzdem nutzen viele Wasserwerke die Messung der Redox-Spannung für die Überwachung der Desinfektion. Weiterhin wird die Redox-Spannung für die Minimierung der Desinfektionsmittel Chlor oder Chlordioxid und zur Regelung der Ozonzugabe in der Trinkwasseraufbereitung eingesetzt. Auch die WHO (World Health Organization) empfiehlt in ihren Trinkwasser-Richtlinien die Messung der Redox-Spannung zur Überwachung und Regelung der Desinfektion.

[0008] Bisher war es bei der Desinfektion von Wasser wie Trink-, Schwimm- und Badebecken-, Betriebs-, Kühl- und Abwasser üblich, die Mindest-, Richt- und Grenzwerte an freiem Chlor nach den gegebenen Vorschriften und Richtlinien einzuhalten. Die Chlorzugabe und damit auch die Konzentration an freiem und gebundenem Chlor zum Beispiel in Schwimmbeckenwasser hängt von den Inhaltsstoffen, Huminstoffen, Ammonium, organischen Belastungsstoffen, welche durch den Badegast eingetragen werden, ab. Bei der Einstellung der Redox-Spannung muß dies ebenfalls berücksichtigt werden. Durch das alleinige Messen der Redox-Spannung kann eine Desinfektionsmittelüberdosierung jedoch nicht erkannt und verhindert werden. Je mehr Belastungsstoffe in einem Wasser vorliegen, desto größer ist die Chlorzehrung und desto schwieriger ist es, die dann notwendige hohe Desinfektion zu erreichen. Mit anderen Worten: Die Belastung eines Wassers, die notwendige Chlorzugabe, der erreichte Chlorüberschuß und die Redox-Spannung hängen eng miteinander zusammen. Weiterhin spielt der im Wasser vorliegende pH-Wert eine wichtige Rolle. Er beeinflusst die Aktivität des eingesetzten Chlors und damit mittelbar auch die Höhe der Redox-Spannung. Bisher wurden bei der Desinfektion von Trink-, Schwimmbecken- und Abwasser nach den vorliegenden Vorschriften die einzelnen Parameter getrennt betrachtet und getrennt und in zeitlichem Abstand beurteilt.

[0009] Bekannt ist ein Verfahren (US 5 154 906 A) zum Aufrechterhalten eines vorgegebenen Anteils ei-

ner Substanz in einer wäßrigen Lösung. Insbesondere wird die Zugabe von Wasserstoffsuperoxid in eine wäßrige Lösung von Salpetersäure beschrieben. Hierzu wird das Redox-Potential gemessen. Dabei wird der Sollwert der Regelung nicht als fester Wert angesehen, sondern ständig angepaßt. Häufig führt dies, um auf der sicheren Seite zu liegen, zur Zugabe von zu großen Mengen von Wasserperoxid beziehungsweise Desinfektionsmittel. Bekannt ist auch eine Regeleinrichtung zum Aufbereiten von Wasser (DE 297 15 378 U1), bei dem der pH-Wert, die Menge an freiem Chlor und die Redox-Spannung ermittelt werden. Allein diese Redox-Spannung bestimmt die zuzuführende Menge des Infektionsmittels. Auch dies kann zu einer überhöhten Zufuhr führen. Bekannt ist weiter ein Verfahren (DE 692 17 746 T2), bei dem eine mitlernende Fuzzylogik bei einem Verfahren zum Aufbereiten von Wasser eingesetzt wird.

[0010] Zusammengefaßt läßt sich feststellen, daß beim Stand der Technik so viel Desinfektionsmittel, zum Beispiel Chlor, zugegeben wird, daß sich die Menge des freien Chlors zwischen dem unteren und dem oberen zugelassenen Grenzwert befindet. Man arbeitet im sicheren Bereich. In vielen Fällen führt dies zu einer Überdosierung an Desinfektionsmittel.

#### Aufgabenstellung

[0011] Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einerseits eine sichere Desinfektion zu garantieren, andererseits die Desinfektionsmittelzugabe zu minimieren. Dies ist mit dem bisherigen System nicht der Fall, da die Desinfektionsmittelzugabe durch einen Vergleich von Soll- und Istwerten mittels P- oder PI-Reglern geregelt wird. Der Sollwert liegt üblicherweise so hoch, daß nahezu jegliches mikrobiologisches Risiko ausgeschlossen ist.

[0012] Zur Lösung dieser Aufgabe geht die Erfindung von folgenden Erkenntnissen aus:

[0013] 1. Der Gehalt an freiem Chlor und die Redox-Spannung müssen als gemeinsame und als voneinander abhängige Parameter betrachtet werden.

[0014] 2. Die Höhe der erreichten Redox-Spannung ist ausschlaggebend für einen sicheren Desinfektionserfolg, unabhängig davon, wieviel freies Chlor, Chlordioxid oder Ozon in einem Wasser vorliegt.

[0015] 3. Mit Hilfe der Redox-Spannung kann die Zugabe von Chlor, Chlordioxid oder Ozon minimiert werden. Dabei können auch die Richt- und Grenzwerte der Vorschriften unterschritten werden (Trinkwasserverordnung, DIN 19643).

[0016] 4. Eine bedarfsgerechte Desinfektionsmittelzugabe nach der jeweiligen Belastung eines Wassers ist mit der kombinierten Messung des freien Chlors, der Redox-Spannung und des pH-Wertes für die sichere Desinfektion möglich.

[0017] 5. Die Höhe der Redox-Spannung in einem desinfizierten Wasser muß die Führungsgröße für den gültigen Sollwertbereich der Chlor-, Chlordioxid- und Ozon-dosierung und -regelung sein.

[0018] Die Lösung der genannten Aufgabe ergibt sich nach der Erfindung bei einem Verfahren der eingangs genannten Gattung dadurch, daß die Menge des im Wasser enthaltenen freien Chlors und die Redox-Spannung beide gleichzeitig gemessen werden und daß die Menge der Zugabe von Desinfektionsmittel nach Maßgabe der Redox-Spannung und innerhalb eines von der Messung der Menge des freien Chlors abhängigen Bereiches mittels einer mitlernenden Fuzzylogik ermittelt wird.

[0019] Durch die Mengenbestimmung des freien Chlors werden die untere und die obere Grenze für die Menge der Zugabe von Desinfektionsmittel festgelegt. Der Sollwert für die Zugabemenge von Desinfektionsmittel wird über die Redox-Spannung innerhalb des durch die untere und obere Grenze vorgegebenen Bereichs eingestellt. Die mitlernende Fuzzylogik bestimmt die Änderung des Sollwerts.

[0020] Durch die gemeinsame Messung von freiem Chlor und der naturgemäß langsameren Redox-Spannung und durch die elektronische Verknüpfung dieser beiden Parameter wird das erfindungsgemäße Ziel erreicht. Die schnelle Desinfektions-Festwertregelung arbeitet dabei nicht mehr mit einem eingestellten Sollwert, sondern kann sich im zulässigen Sollwertbereich, gesteuert durch die langsamere Redox-Spannung, bewegen. Die Bewertung, welche Redox-Spannung zu dem ermittelten Desinfektionsmittelüberschußwert korreliert, wird dabei über die mitlernende Fuzzylogik bewertet und zugeordnet. Das erfindungsgemäße Verfahren gewährleistet bei schwankenden Belastungen eines Wassers mit organischen Stoffen und der daraus folgenden schwankenden Chlorzehrung stets über die Redox-Spannung eine sichere Desinfektion, unabhängig davon, wieviel Desinfektionsmittelüberschuß, Chlor, Chlordioxid, Ozon, letztendlich notwendig ist. Die maximal zulässigen Werte des Desinfektionsmittels werden bei der kombinierten Messung nicht überschritten. Es werden immer nur die Mengen an Desinfektionsmitteln zugegeben, die unbedingt notwendig sind und nicht wie bisher zum Beispiel nach der Trinkwasserverordnung als Grenzwert gefordert werden. Dies bedeutet den Vorteil nicht unerheblich gesenkter Kosten, sowie weniger Belästigung des Verbrauchers (Trinkwasser) oder Benutzers (Schwimmbadenwasser) durch Chlor oder andere Desinfektionsmittel.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen der Zugabe von Desinfektionsmittel, insbesondere Chlor und Chlorverbindungen, zu insbesondere Schwimm- und Badebeckenwasser mit Messen

- a) der Menge des im Wasser enthaltenen freien Chlors,
- b) der Redox-Spannung,
- c) des pH-Wertes,

**dadurch gekennzeichnet**, daß die Menge des im Wasser enthaltenen freien Chlors und die Re-

dox-Spannung beide gleichzeitig gemessen werden und daß die Menge der Zugabe von Desinfektionsmittel nach Maßgabe der Redox-Spannung und innerhalb eines von der Messung der Menge des freien Chlors abhängigen Bereiches mittels einer mitlernenden Fuzzylogik ermittelt wird.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen